

Criterios Técnicos de Operación de un PMP

Rómulo Alfonso Miguel Ato

Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

RESUMEN: El mantenimiento es un factor estratégico para incrementar la eficiencia y productividad de una empresa, que podrá alcanzar sus metas mediante la aplicación apropiada de un sistema de mantenimiento periódico programado.

En este trabajo se presentan criterios y consideraciones de carácter técnico que deben evaluarse detenidamente durante la implementación de los procesos de planeamiento, programación, ejecución y supervisión de un programa de mantenimiento periódico (PMP).

ABSTRACT: The maintenance is a strategy factor to increase the efficiency and productivity of an enterprise that should get its goals through the appropriate application of the system of programmed periodic maintaining.

In the present job, appears criterions and considerations of technical character that should be evaluated carefully during the process of planing, programming, execute and supervision of a Periodic Maintain Program (PMP).

PALABRAS CLAVES: Programa de mantenimiento periódico, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, mantenimiento predictivo, diagnóstico de fallas, detección de averías, ciclo de vida útil, carga de trabajo y grado de diligencia.

I. INTRODUCCIÓN

El constante avance tecnológico en la producción de sistemas y equipos cada vez más elaborados que se utilizan en los procesos productivos, a determinado que el mantenimiento de los mismos deba ser considerado de primordial importancia por parte de las empresas para alcanzar sus metas en un mundo globalizado y altamente competitivo. Así, para evaluar el crecimiento

de las empresas, las utilidades deben mantenerse dentro de un nivel ascendente, que a veces puede verse afectado por una deficiente gestión del mantenimiento. Con frecuencia se considera erróneamente a las actividades de mantenimiento de una empresa como parte de los costos generales y no como un rubro contribuyente a las ganancias.

Un *programa de mantenimiento periódico* convenientemente planeado incluye todas las acciones programadas a ser efectuadas durante los trabajos de *mantenimiento preventivo*, puesto que abarca no sólo operaciones de mantenimiento que sobrepasan la prevención de fallas en los equipos, sino que logra identificar cada una de las actividades específicas del mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo. De ahí que, debe enfocarse al mantenimiento periódico como el sistema global constituido por la detallada observación del estado de funcionamiento de los equipos, realizado a través de la verificación de sus especificaciones técnicas, aplicando para ello métodos y procedimientos de medida específicos. Para luego de ello, proceder a ejecutar las tareas pre establecidas en los respectivos planes y programas de mantenimiento preventivo, y si de éste proceso se determina realmente que el equipo no funciona correctamente o que se ha producido una avería, corresponderá entonces efectuar trabajos de *mantenimiento correctivo*. De este modo, lo fundamental y necesario es reconocer las señales que indican el estado de operación en que se encuentra el instrumento y saber interpretarlas, evaluar la situación y a continuación ejecutar las acciones que sean apropiadas. Usualmente, el mantenimiento preventivo se efectúa de acuerdo a intervalos regulares de tiempo o según al número de horas de operación acumuladas, con el fin de minimizar las probabilidades de fallas y/o la degradación del rendimiento de los equipos y mantenerlos de esta forma en condiciones óptimas de funcionamiento, evitando así un exceso de tareas de mantenimiento correctivo. Adicionalmente, incluye pruebas y mediciones de verificación de características técnicas, calibraciones o reemplazos de componentes físicamente deteriorados con la intención de prevenir fallas durante operaciones subsiguientes; mientras que el mantenimiento

correctivo se realiza posteriormente de producida la falla del instrumento; y el mantenimiento predictivo se aplica comúnmente para analizar e identificar, antes de la avería, elementos y/o circuitos que pudieran ser causas de potenciales problemas. Es decir, mediante el mantenimiento periódico se consigue planificar y programar los trabajos de mantenimiento de tal modo que permita la ejecución de tareas de mantenimiento de rutina antes de que el equipo pueda sufrir un importante desperfecto, así como inspecciones periódicas, recalibrado, trabajos correctivos para identificación y reemplazo de partes sujetas a desgaste, reparaciones mayores o reemplazo de equipos, para finalmente proceder a la comprobación de sus características técnicas de operación de acuerdo con las especificaciones facilitadas por el fabricante.

La identificación inicial del mal funcionamiento de los equipos emplea a los sentidos humanos como fuente de detección. Así, puede determinarse variaciones con relación a condiciones normales de funcionamiento de formas de onda, temperatura, luz, ruido, olor, posición, entre otros, y posteriormente efectuar un análisis de estados lógicos, voltajes y corrientes para el diagnóstico de fallas que permitan establecer claramente los detalles del problema. La mejor manera de realizar esta labor de detección de averías es considerarla como parte de los procedimientos del mantenimiento periódico. [1]

Por otro lado, debido a la diversidad de tareas a ser ejecutadas a través del mantenimiento periódico, deben tenerse objetivos bien definidos, planes y programas cuidadosamente elaborados y claramente formulados, metodologías apropiadas para su desarrollo, y evaluación crítica y minuciosa de los resultados obtenidos para afrontar estas actividades satisfactoriamente. De esta forma, el mantenimiento periódico resultará útil y beneficioso si en su aplicación se cumplen los requisitos mínimos que el sistema exige; por el contrario, aplicado parcialmente o sin complementarlo con todas las medidas que su ejecución requiere, resultará no sólo inoperante, sino que en lugar de mejorar el rendimiento de los equipos y por tanto reducir sus costos de operación, empeorará la situación encareciéndolos.

En ese sentido, los instrumentos no pueden funcionar durante prolongados períodos de tiempo sin ningún tipo de atención y cuidado, por lo que un adecuado mantenimiento periódico programado permitirá extender su ciclo de vida útil e incrementar su confiabilidad, así como también asegurar una mayor productividad de los mismos y mejorar los niveles de optimización en su uso.

En síntesis, de acuerdo a lo señalado en párrafos anteriores el mantenimiento programado lo constituye un conjunto de planes y programas de mantenimiento preventivo, con una

periodicidad de tiempo técnicamente estudiada, para mantener al equipo funcionando a su máxima eficiencia y con el mínimo de tiempo perdido por interrupciones a fin de obtener el menor costo posible de operación.

Finalmente, debido a la dinámica en su operación y a la gran cantidad de información que debe manejar, se hace necesario el uso de sistemas y herramientas de diagnóstico computarizados para la gestión y control de los planes y programas de mantenimiento preventivo, permitiendo rápida y eficazmente proporcionar información sobre cada etapa del mantenimiento de acuerdo a los objetivos y al cumplimiento de los programas propuestos.

II. OBJETIVOS

Anualmente a nivel mundial se producen cuantiosas pérdidas en las empresas a causa de fallas en los equipos de producción. La mayor parte de estas pérdidas pueden y deberían evitarse mediante la ejecución de un sistema eficaz de mantenimiento periódico programado. Una empresa que no tiene implementado un sistema de mantenimiento periódico recurrirá al mantenimiento correctivo, es decir, a la detección y cambio de componentes y/o tarjetas averiados cuando el instrumento falle, pero esta situación traerá como consecuencia el incremento de los costos de producción así como la degradación gradual o total del equipo, en vez de ello, el mantenimiento periódico no sólo considera un plan de recambio de componentes, sino una relación de trabajos de verificación, calibración y reparación en forma programada. Cuando en una determinada empresa se presentan situaciones como baja disponibilidad de los equipos, excesivas paradas de los mismos, constantes trabajos de emergencia, falta de capacitación y actualización técnica del personal de mantenimiento, insuficiencia de facilidades de mantenimiento o falta de programación en el reemplazo de instrumentos, entre otras, éstas pueden atribuirse a la no ejecución apropiada del sistema de mantenimiento periódico, que permitiría dar solución a estos factores anómalos.

Por consiguiente, se puede afirmar que el propósito del planeamiento, programación, ejecución y control de las actividades de un sistema de mantenimiento periódico es alcanzar, mediante su aplicación, el incremento en la confiabilidad del funcionamiento de los equipos, así como extender su tiempo de vida útil evitando las costosas consecuencias, directas o indirectas, de las reparaciones por averías. De esta manera, la aplicación de un sistema de mantenimiento periódico tendrá como principales objetivos:

- Lograr la máxima disponibilidad de los equipos.

- Minimizar los tiempos de parada imprevistos de los equipos.
- Asegurar la confiabilidad en la operación de los equipos de acuerdo con las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante.
- Reducir los costos generales de operación.
- Prevenir lesiones al personal técnico por mal funcionamiento de los equipos.
- Proteger la inversión realizada.

Para alcanzar estos objetivos es necesario planificar la ejecución de las tareas de mantenimiento de acuerdo a determinados periodos de tiempo: a corto, mediano o largo plazo.

III. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL MANTENIMIENTO

A. Registros históricos

Ciertos formatos normalizados constituyen parte indispensable del sistema integral de mantenimiento periódico, entre los cuales se pueden mencionar a diversos tipos de reportes y fichas, ordenes de trabajo, partes diario, tarjetas personales y otros. El objeto de estos formatos es la de almacenar, actualizar y proveer los datos confiables y necesarios de cada una de las etapas ejecutadas, en relación con los diferentes planes y programas estructurados para la ejecución del mantenimiento periódico. Estos registros deben contener el historial completo de todos los trabajos ejecutados desde que el instrumento entró en operación incluyendo, trabajos programados, reparaciones y calibraciones. Asimismo, los datos acumulados en estos registros históricos serán de mucha importancia en el momento de determinar los requerimientos futuros de personal, para la estimación precisa de tiempos estándares de los trabajos de tipo cíclico, o para tomar la decisión en el sentido de conservar un equipo o reemplazarlo por otro debido a los altos costos de mantenimiento. El análisis detallado y cuidadoso de estos registros, proporcionará información determinante para efectuar las acciones correctivas de las actividades de mantenimiento que muestren la necesidad de aplicar un esfuerzo concentrado, orientado a optimizar los planes y programas de mantenimiento.

Un aspecto importante a considerarse en la implementación de todo programa de mantenimiento, es que necesariamente se requiere de la generación de estos formatos antes de que el programa de mantenimiento a ser ejecutado se inicie.

Al respecto, debe mantenerse un registro único de cada equipo que contenga el historial completo de todos los trabajos de mantenimiento periódico efectuados y sus respectivos

costos y revisarse periódicamente para determinar si deben cambiarse las operaciones y/o programaciones. En resumen, la evaluación y análisis del historial completo de mantenimiento permitirá tomar decisiones sobre la continuidad de uso o no de un equipo. Una ventaja adicional de los registros se obtiene al comparar con exactitud el costo de mantenimiento de una marca o modelo de equipo con respecto a otro, sirviendo de guía para adquisiciones futuras.

También, debe registrarse el comportamiento de cada equipo, incluyendo tiempos de parada, número de fallas, tiempo de operación, descripción de reparaciones mayores, costo de mantenimiento, problemas crónicos y las acciones correctoras correspondientes.

B. Dimensionamiento

La puesta en operación de un programa de mantenimiento periódico variará de acuerdo al tipo de empresa, cantidad de equipos de producción y diversidad de los mismos, entre otros factores. La determinación de los recursos humanos requeridos para efectuar los trabajos de mantenimiento periódico puede considerarse como un problema universal que encaran todas las empresas que desean implementarlo. A menos de que exista un programa de mantenimiento organizado, es complejo determinar el volumen óptimo de personal necesario para su cabal ejecución.

No obstante, para estimar el número requerido de personal técnico calificado para desarrollar las actividades de mantenimiento periódico, puede aplicarse ciertas recomendaciones generales como evitar tomar personal técnico altamente especializado, precisar individualmente las responsabilidades y para tareas especializadas que no demanden de mucha inversión de tiempo pueden realizarse más económicamente mediante trabajos por contrato de terceros. También, hay que considerar otros factores específicos importantes tales como el número de horas diarias trabajadas, turnos por día y días laborables por semana. Asimismo, los registros históricos de los equipos generalmente proporcionan una de las mejores referencias para precisar la medida de la eficiencia del programa de mantenimiento. Los paros excesivos si se relacionan con las tareas de mantenimiento podrían atribuirse a tres posibles causas, diseño defectuoso del equipo, mantenimiento insuficiente o personal de mantenimiento exiguo para ejecutar las tareas necesarias. Si se verifica que el diseño es satisfactorio y si existe un programa de mantenimiento bien planeado y son excesivos los paros de los instrumentos, es muy probable que no se este ejecutando el trabajo según el programa de mantenimiento. Esto puede significar, que no se cuenta con personal suficiente

en el área de mantenimiento o no esta debidamente capacitado.

Además, existen otros parámetros como el costo anual de producción, salario anual del personal técnico, horas/hombre trabajadas cuando el equipo esta en para, entre otras, para calcular cuantitativamente un estimado del número necesario de personal técnico para ejecutar los trabajos de mantenimiento periódico.

C. Requerimientos técnicos

Descripción del proceso de mantenimiento periódico:

- Evaluación preliminar sobre la situación actual de los instrumentos.
- Evaluación técnica de equipos a ser dados de baja por desgaste físico.
- Depuración de instrumentos por obsolescencia tecnológica.
- Confección de inventario de equipos.
- Clasificación de equipos de acuerdo al tipo de procesamiento de las señales.
- Estudio y análisis de información técnica de los manuales de servicio.
- Comprobación de especificaciones técnicas suministradas por el fabricante.
- Calibración y ajuste de circuitos y sub sistemas.
- Verificación de características técnicas.
- Análisis estadístico de fallas.
- Detección y localización de averías.
- Reemplazo de tarjetas, componentes y/o elementos.
- Chequeo de especificaciones técnicas.

Relación de actividades del mantenimiento periódico:

A continuación, se muestran las principales actividades a considerarse en la implementación de un sistema de mantenimiento periódico, precisando los recursos, resultados deseados y como alcanzarlos.

1) Programación de necesidades

Recursos: Planificación y organización de las actividades de mantenimiento, formulación y funciones de la estructura orgánica, y cuantificación de los requerimientos de personal, equipamiento y financiamiento.

Resultados deseados: Organigrama funcional e infraestructura requerida.- Personal, equipos, herramientas, ambientes y mobiliario.

Como alcanzar los resultados: De acuerdo a los objetivos planteados.

2) Diseño y preparación de registros históricos

Recursos: Confección de registros de control, y elaboración de fichas y formatos de reportes, informes, tarjetas, partes, solicitudes y órdenes de trabajo de mantenimiento.

Resultados deseados: Formulación de los formatos necesarios.

Como alcanzar los resultados: Seguir normas y procedimientos de revisión, reparación y control del mantenimiento periódico.

3) Análisis y estudio de la documentación técnica

Recursos: Manuales de servicio y operación.- Evaluación preliminar de la información, análisis detallado de procedimientos de mantenimiento preventivo y traducción de procedimientos.

Resultados deseados: Elaboración de carpetas de trabajo con procedimientos e instrucciones de mantenimiento preventivo por modelo de instrumento.

Como alcanzar los resultados: Seguir los procedimientos y metodologías indicados en el manual de servicio de los equipos.

4) Confección de inventario de manuales técnicos

Recursos: Descripción de la estructura del código según la asignación de ambiente, ubicación y clase.

Resultados deseados: Listado de inventario de manuales.

Como alcanzar los resultados: Seguir las pautas dadas en la descripción de la estructura del código.

5) Clasificación de equipos

Recursos: Clasificación de los equipos de acuerdo al tipo y cantidad.

Resultados deseados: Relación de clasificación de instrumentos por tipo y cantidad.

Como alcanzar los resultados: Seguir los procedimientos dados para efectuar la clasificación de los instrumentos.

6) Confección de inventario de equipos

Recursos: Descripción de la estructura del código según la asignación de ambiente, clase de ítem y ubicación del equipo.

Resultados deseados: Relación del inventario de instrumentos.

Como alcanzar los resultados: Seguir las pautas dadas en la descripción de la estructura del código.

7) *Planeamiento de programas de mantenimiento preventivo*

Recursos: Programas de mantenimiento de rutina, calibración e inspecciones periódicas.

Resultados deseados: Programas de calibración, reemplazo de componentes e inspección de equipos.

Como alcanzar los resultados: Mediante el seguimiento del planeamiento a corto plazo.

8) *Plan de reemplazo de equipos*

Recursos: Análisis del ciclo de vida útil del equipo, apreciación de la *carga de trabajo*, evaluación del rendimiento, análisis de costos de reparación y mantenimiento, y evaluación de tecnología actual.- Obsolescencia tecnológica.

Resultados deseados: Planes de reemplazo de equipos y disposición final de equipos por obsoletos y/o deteriorados.

Como alcanzar los resultados: Mediante el seguimiento del planeamiento a mediano plazo.

9) *Programa de adquisición y/o reposición de instrumentos*

Recursos: Determinación de nuevos equipos acordes con el desarrollo tecnológico, planes y proyecciones de la empresa, y selección de instrumentos.

Resultados deseados: Programa de adquisición y/o reposición de equipos.

Como alcanzar los resultados: Mediante el seguimiento del planeamiento a mediano plazo.

10) *Preparación de pedidos de repuestos y componentes*

Recursos: Evaluación preliminar de equipos, y confección de listado de repuestos y componentes críticos por modelo y cantidad de equipos.

Resultados deseados: Relación final de solicitud de repuestos y componentes críticos.

Como alcanzar los resultados: Mediante el análisis de las listas de componentes en los manuales de servicio de los equipos.

11) *Puesta en acción del plan anual de mantenimiento*

Recursos: Evaluación y apreciación de la situación del programa de mantenimiento periódico.

Resultados deseados: Verificación para determinar si los resultados obtenidos se correlacionan con los programados.

Como alcanzar los resultados: Comprobaciones periódicas a fin de determinar si lo proyectado está siendo

realizado en forma correcta, y de no ser así, efectuar las medidas correctivas para alcanzar los objetivos propuestos.

12) *Plan anual de mantenimiento*

Recursos: Determinación de circuitos y puntos de prueba, ajuste y calibración.

Resultados deseados: Plan anual de mantenimiento.

Como alcanzar los resultados: En base a estándares de tiempos promedios para la calibración y ajuste de las características y especificaciones técnicas dadas por el fabricante.

D. *Herramientas y software de mantenimiento*

Existe una gran disponibilidad de opciones, en cantidad y calidad, de herramientas computacionales y software de mantenimiento para realizar el análisis y diagnóstico del comportamiento operativo del sistema de mantenimiento periódico. Sin embargo, debe utilizarse un sistema computarizado que resulte adecuado a las características particulares del programa de mantenimiento periódico a implementar.

Mediante este sistema será posible realizar la planificación y supervisión de las actividades de mantenimiento, incrementando la efectividad y el control de las intervenciones a los equipos, asimismo, deberá permitir el monitoreo del historial de los equipos y la planificación de una actividad cuando sea necesaria. El software a utilizar debe ser un sistema computacional robusto, flexible, navegable y de fácil operación, cuyos datos sean manejados por un sistema de administración de base de datos de uso general, que pueda funcionar ya sea en una estación de trabajo única o como aplicación del tipo cliente-servidor a través de una red y que además provea funcionalidades adicionales para un rango más amplio de usuarios a través de un explorador web.

Muchas veces erróneamente se busca un nuevo software de mantenimiento considerando el número de funcionalidades que el sistema posee. Lo fundamental no es buscar la solución que incluya más características, sino la que mejor se adapte a sus necesidades. Esto muchas veces resulta un trabajo engorroso y toma mucho tiempo, pero aumenta enormemente la posibilidad de que la implementación resulte exitosa.

Así, para garantizar la eficiencia de un programa de mantenimiento periódico computarizado, primero deberá determinarse una estrategia general de

mantenimiento en función de los objetivos específicos propuestos a fin de poder medir los avances cuantitativamente. Posteriormente, deberán optimizarse los procesos realizados por los programas de mantenimiento y demás actividades.

En tal sentido, al seleccionar un software de mantenimiento, no sólo debe evaluarse el mismo, sino determinar otros parámetros y herramientas informáticas que satisfagan mejor sus necesidades, como ayudas de capacitación o guías estándar de procedimientos de mantenimiento preventivo. Todo esto facilita la ejecución del plan de mantenimiento, mediante el planeamiento, control y seguimiento de las distintas tareas previstas con el uso de un computador.

IV. FORMULACIÓN DE PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

Cuando se implemente un nuevo sistema de mantenimiento periódico o se cambie el existente, el factor de mayor importancia es tener un completo entendimiento de como trabajará el sistema. Los programas de mantenimiento tratan sobre la descripción detallada de las tareas de mantenimiento preventivo asociadas a un equipo, explicando las actividades, plazos y recambios a efectuar; en general, hablamos de tareas de limpieza del circuito, lubricación, inspección visual – mecánica de tarjetas, comprobación de características técnicas, puntos de calibración o sustitución de componentes y verificación de especificaciones.

Para que un programa de mantenimiento periódico alcance sus objetivos planificados requiere cumplir con algunos factores, entre los cuales podemos señalar la organización, procedimientos, registros históricos y la aplicación del mantenimiento preventivo. Este último factor es decisivo y esencial para que un programa de mantenimiento periódico logre sus metas. A través del programa de mantenimiento preventivo, la cantidad de equipos fuera de servicio deberá reducirse en forma considerable, lo cual minimizará los trabajos de mantenimiento de emergencia que dificultan la ejecución de los trabajos programados. La frecuencia con la cual esta inspección debe realizarse para los equipos involucrados dentro del programa de mantenimiento preventivo es una consideración de primera importancia cuando se inicia un programa. Posiblemente, la manera más sencilla de efectuar esta selección de la periodicidad de las inspecciones sea en base a la experiencia, conocimiento del área y buen criterio técnico, realizando a posteriori las

modificaciones y reajustes que sean necesarios a fin de optimizar la programación.

Sin embargo, la determinación de las operaciones periódicas de mantenimiento que se ejecutarán y la frecuencia con que se tengan que efectuar estas actividades y programas de mantenimiento, variarán de acuerdo con el tipo de mantenimiento a realizar, siendo éste un proceso continuo.

Generalmente, los requisitos previos para la implementación de un programa de mantenimiento periódico, consideran una relación de equipos apropiadamente clasificados, pleno conocimiento del proceso y distribución de la planta, sistemas de prioridades, facilidades de talleres de mantenimiento adecuadamente equipados, contar con los formatos a ser utilizados como registros, planes y programas de los trabajos de mantenimiento preventivo, suministro mínimo de repuestos críticos y contar con personal capacitado en tareas de mantenimiento.

Asimismo, la determinación de los trabajos de mantenimiento se realizará principalmente en base al estudio de la carga de trabajo de los equipos. El planeamiento del mantenimiento periódico sirve para tomar previsiones relacionadas a la implementación de los correspondientes planes y programas, que estarán en función del periodo de tiempo considerado para su ejecución y de la determinación de las necesidades de materiales y repuestos, cambios de componentes, reemplazo de equipos, entre otros. Cada plan se convierte en una serie de programas de mantenimiento y la ejecución de estos programas genera necesidades que serán traducidas en órdenes de trabajo de mantenimiento. Ocasionalmente, muchas empresas para alguno de estos planes no disponen de una fuerza laboral de mantenimiento suficiente como para absorber esta carga de trabajo, entonces, la solución será tomar mano de obra contratada.

En general, organizar un programa de mantenimiento determinado puede ser relativamente sencillo de concebir, pero ejecutarlo bien es más complicado, sin embargo, pueden mencionarse algunas pautas útiles al respecto:

- Utilizar el manual de operación y mantenimiento original de los equipos.
- Organizar los formatos y registros históricos de los equipos.
- Determinar puntos de comprobación, como niveles de voltaje, corriente, frecuencia, formas de onda, temperatura y otras, así como sus tolerancias y la periodicidad de comprobación.

- Establecer planes y programas de verificación de especificaciones técnicas según las condiciones de trabajo, comenzando con plazos cortos, analizando resultados hasta alcanzar los plazos óptimos.
- Actuar de la misma forma con otros sistemas como los de energía eléctrica, mecánica y afines.
- Organizar un listado de repuestos y componentes críticos para los equipos, considerando disponer siempre de un suministro mínimo.
- Ejecutar los planes y programas de mantenimiento según las distintas actividades de mantenimiento requeridas.

V. FACILIDADES Y LIMITACIONES

Muchos son los beneficios tangibles e intangibles que pueden obtenerse por la implementación de un sistema de mantenimiento periódico computarizado. Es posible a través de este sistema, bien ejecutado, revertir o superar la situación que afecta la confiabilidad en la operación de los equipos por falta de trabajos de mantenimiento. El mantenimiento periódico es un medio para la consecución de un fin, no un fin por sí mismo. Como se mencionó, establecer programas de mantenimiento periódico no es una tarea simple, requiere de gran dedicación por parte de los responsables y de quienes ejecutan las tareas de mantenimiento, así como de la organización, planificación, seguimiento y control. El mantenimiento periódico es una actividad dinámica y su implementación requiere de constantes puntos de realimentación en el tiempo a fin de optimizar su aplicación, pero una vez establecido el mantenimiento periódico, a través de sus correspondientes planes y programas, se transforma en una actividad de rutina y no de emergencia, comprobándose que mientras más de rutina se vuelven las tareas, más organizado se convierte el trabajo de mantenimiento.

Pueden derivarse beneficios medibles de un programa de mantenimiento periódico mediante la reducción en el costo de las reparaciones, prever las fallas antes de que ocurran, reducción de los paros imprevistos de los equipos, incremento del ciclo de vida útil de los equipos, prevención de reparaciones costosas, disminución de accidentes, mayor planificación de los trabajos, optimización y racionalización de la mano de obra técnica, mejora en la eficiencia, confiabilidad y utilización de los equipos, optimización del control de suministro de repuestos y fin de la depreciación anormal de los equipos; y beneficios intangibles como el mejoramiento de la seguridad y de la moral de los trabajadores lo cual es

conducente a una mejor calidad laboral y a un aumento de la productividad.

Mediante un planeamiento y programación eficaz, se reduce significativamente el costo de mantenimiento porque el mantenimiento preventivo representa un costo menor que el mantenimiento correctivo. El costo de mantenimiento periódico es elevado al inicio de la implementación del mismo, debido al costo de los equipos patrones de prueba y calibración que deben adquirirse para efectuar el mantenimiento preventivo. Sin embargo, se logra que el costo total anual sea mínimo manteniendo a las actividades del mantenimiento preventivo a una frecuencia tal que reduzca al mínimo el total de las reparaciones por averías. A menudo el reemplazo oportuno de los equipos evita elevados costos de reparación.

Otra ventaja es que el sistema computarizado del mantenimiento permite tener siempre actualizada la información referida al mantenimiento, no obstante se hallan dado cambios sustanciales en su personal, quedando grabada en el sistema de computo la información sobre los trabajos que deben realizarse, trabajos realizados, fallas, registros históricos, entre otros, garantizando así una continuidad en el seguimiento de los programas y planes de mantenimiento.

Por otro lado, con respecto a las restricciones que se presentan en la ejecución del mantenimiento periódico se pueden mencionar que cuando la carga de trabajo no se nivela adecuadamente, el trabajo de mantenimiento preventivo no se realizará con eficiencia, lo cual invalidará los beneficios de contar con un sistema de mantenimiento periódico programado. Asimismo, la adquisición de repuestos no es siempre viable por diversos factores, tales como repuestos discontinuados, monto mínimo como para ser atendida la importación de repuestos y otros.

VI. EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO

La comprobación periódica de cualquier programa de mantenimiento periódico recientemente implementado, es necesaria para determinar si las actividades de mantenimiento están siendo realizadas en forma correcta o si están afectando de un modo diferente a la requerida y si los resultados que se están alcanzando son los esperados o previstos. Podría ser posible que fueran necesarias ligeras modificaciones en el procedimiento para mejorar el funcionamiento del sistema.

La evaluación continua de la medida de la eficiencia de un sistema computarizado de mantenimiento periódico permite efectuar las correcciones y recomendaciones necesarias para el buen funcionamiento del planeamiento y programación de mantenimiento. La organización debe ser establecida para que los trabajos de mantenimiento deban ser efectuados bajo responsabilidad de manera individual y diferente. Asimismo, es indispensable implantar un sistema de prioridades para la ejecución de los trabajos de mantenimiento, a fin de asegurar que los trabajos sean programados de acuerdo al *grado de diligencia* de mantenimiento que estos tengan para el logro de sus objetivos.

Para determinar la eficiencia de las actividades del mantenimiento periódico programado debe considerarse a las diferentes fases del mantenimiento requerido de manera total. Al respecto, existen diversos criterios y parámetros para medir la eficiencia de un programa de mantenimiento periódico, entre los cuales pueden mencionarse que la meta para el número de trabajos llevados a cabo, deberán ser del orden del 90% del total de los trabajos planeados y programados; los trabajos de emergencia no deberán sobrepasar el 5% del total de las horas/hombre trabajadas mensualmente; el total de las horas trabajadas serán el 90% del total de las horas programadas; y el total de las horas no productivas no deberán exceder en un 10% al total de las horas trabajadas. Igualmente, deben tenerse en cuenta otros factores importantes tales como comparar tiempos perdidos de producción antes y después de implementar el sistema de mantenimiento periódico, estudiar los registros históricos, ajustar las frecuencias de las inspecciones de rutina, sustituir equipos que requieren reparaciones repetitivas, introducir nuevos equipos al sistema de mantenimiento periódico, eliminar aquellos equipos del sistema de mantenimiento preventivo en que se compruebe que éste no es económico, analizar las necesidades de mantenimiento, y operar los equipos en forma adecuada. Puede ser útil en la identificación de tendencias, determinar si las actividades vienen ejecutándose de acuerdo a lo planeado y donde sería conveniente ajustar dichos planes. [2]

Asimismo, deberá analizarse cuidadosamente los factores básicos que integran la función del mantenimiento como la organización, el control de los costos, el control de los repuestos, la seguridad funcional del equipo y el desempeño del personal.

Finalmente, la evaluación de todo plan de mantenimiento se traduce en costos. Inicialmente,

como ya se indicó; los presupuestos del mantenimiento periódico son elevados, pero el objetivo de los responsables de mantenimiento es la de reducir las horas de parada de los equipos, es decir, incrementar progresivamente su capacidad de producción y así disminuir el presupuesto de mantenimiento.

VII. CONCLUSIONES

En este trabajo se plantean criterios técnicos relacionados con el planeamiento, programación, ejecución y supervisión de un sistema computarizado de mantenimiento periódico, que permita mantener en buen estado de funcionamiento a los instrumentos y detectar cualquier tipo de deterioro progresivo de los equipos desde sus inicios con las consiguientes ventajas técnicas y económicas, tendientes a optimizar el funcionamiento del equipamiento y reducir los costos de operación de la empresa.

La elevada carga de trabajo que soporta el equipamiento electrónico de prueba y medida de una empresa, la vida útil, el tiempo de uso, el almacenamiento inadecuado, la incorrecta manipulación de los mismos, así como los factores ambientales y principalmente la falta de programas de mantenimiento, provocan el deterioro gradual y constante de los componentes de dichos equipos, y en otros la pérdida total del instrumento, lo cual además de manera general contribuye sistemáticamente a que se produzcan variaciones y alteraciones con respecto a las características y especificaciones técnicas certificadas por el fabricante, generando de este modo lecturas y mediciones inexactas que conducirán a interpretaciones erróneas de los mismos, perjudicando directamente los procesos productivos en donde intervengan estos equipos, por lo que es necesario aplicar un sistema de verificación periódica de los instrumentos electrónicos a fin de corregir y eliminar las deficiencias y garantizar así el óptimo funcionamiento de los equipos.

Además, desde el punto de vista económico, el costo que representa efectuar el mantenimiento periódico es mucho menor que el costo de reposición del equipamiento por falta de mantenimiento ya que el mantenimiento periódico contempla técnicas, procedimientos y rutinas que permiten prolongar la vida útil del equipo así como mantenerlo siempre dentro del rango permitido por las especificaciones técnicas.

El planeamiento, ejecución y supervisión de un programa de mantenimiento periódico exige de un cambio de mentalidad, una férrea voluntad de hacerlo, y un sólido convencimiento de la bondad del sistema, no todas las empresas están preparadas para realizarlo.

VIII. REFERENCIAS

- [1] A. Creus, "*Instrumentación Industrial*", Editorial Marcombo, Alfa-Omega, Caracas, 2005.
- [2] J. E. Heintzelman, "*The Complete Handbook of Maintenance Management*", Prentice Hall, 1996.